



BIOFARM

Jurnal Ilmiah Pertanian

ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442

Vol. 22, No. 1, April 2026

Kemampuan *Bacillus megaterium* terhadap Ketahanan Hawar Daun Bakteri Padi *in Planta*

The Effect of Bacillus megaterium on the Resistance of Rice Leaves to Bacterial Leaf Blight in Planta

Ardiana Kartika Budanindyah^{*1}, Endang Mugiastuti¹, Loekas Soesanto¹

¹Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Korespondensi Penulis: ardiana33@gmail.com

ABSTRAK

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) merupakan hambatan dalam produksi padi, salah satunya adalah penyakit hawar daun bakteri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *B. megaterium* melalui berbagai teknik perlakuan dalam mengendalikan hawar daun bakteri (*Xoo*) dan pemacu pertumbuhan tanaman padi. Percobaan menggunakan dua strain bakteri yaitu BM dan BP dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan yaitu Kontrol (bakterisida), RBM (rendam benih bakteri BM), RBP (rendam benih bakteri BP), SBM (semprot daun bakteri BM), SBP (semprot daun bakteri BP), RSBM (rendam benih dan semprot daun bakteri BM), RSBP (rendam benih dan semprot daun bakteri BP) dan lima ulangan. Pada variabel pertumbuhan tanaman, aplikasi bakteri BM dan BP memengaruhi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai) dan jumlah anakan (batang) dibandingkan dengan kontrol serta mampu menekan intensitas penyakit *Xoo* dengan nilai terendah 13,3% dan efektivitas pengendalian sebesar 53,8% pada perlakuan SBP dengan nilai AUDPC terendah di perlakuan SBM sebesar 116,6 % hari, sehingga perlakuan yang efektif dalam mengendalikan penyakit *Xoo* adalah perlakuan semprot. Aplikasi bakteri BM dan BP menunjukkan daun padi mengandung senyawa fitokimia, seperti alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin serta uji kuantitatif kandungan senyawa fenol tertinggi ditemukan pada perlakuan RSBM sebesar 94,4 mg GAE/g.

Kata kunci: AUDPC, *Bacillus megaterium*, hawar daun bakteri, intensitas penyakit, senyawa fitokimia,

ABSTRACT

Plant pests are obstacles in rice production, one of which is bacterial leaf blight disease. This study was conducted to determine the effectiveness of *B. megaterium* through various treatment techniques in controlling bacterial leaf blight (*Xoo*) and promoting rice plant growth. The experiment used two bacterial strains, BM and BP, with a Randomised Block Design (RBD) and seven treatments, namely Control (bactericide), RBM (BM bacterial seed soaking), RBP (BP bacterial seed soaking), SBM (BM bacterial leaf spraying), SBP (BP bacterial leaf spraying), RSBM (BM bacterial seed soaking and leaf spraying), and RSBP (BP bacterial seed soaking and leaf spraying), and five replicates. In terms of plant growth variables, the application of BM and BP bacteria affected plant height (cm), number of leaves and tiller number (stems) compared to the control and were able to suppress the intensity of *Xoo* disease with the lowest value of 13.3% and control efficacy of 53.8% in the SBP treatment with the lowest AUDPC value in the SBM treatment of 116.6% days, so that the effective treatment in controlling *Xoo* disease was the spray treatment. The application of BM and BP bacteria showed that rice leaves contained phytochemical compounds, such as alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins, and quantitative testing found the highest phenolic compound content in the RSBM treatment at 94.4 mg GAE/g.

PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman pokok sebagai bahan pangan utama dan posisinya sangat penting dalam menjaga ketahanan pangan. Produksi padi terus ditingkatkan sesuai kebutuhan penduduk Indonesia sehingga faktor penyebab penurunan produksi perlu segera dikendalikan, salah satunya adalah gangguan Organisme

Pengganggu Tumbuhan (OPT). Penyakit pada tanaman padi yang sering menjadi ancaman petani adalah hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Ishiyama (*Xoo*) (Wang et al., 2021; Iripawa et al., 2024).

Di negara tropika, patogen ini memiliki 2 tipe gejala yang khas berdasarkan fase pertumbuhan yang terserang, yaitu awal

pertumbuhan/fase vegetatif dan fase generatif (Suprihanto et al., 2024). Namun perkembangan patogen di fase vegetatif lebih cepat dibandingkan fase generatif karena pada fase generatif struktur jaringan padi mulai sempurna dibandingkan fase vegetatif (Fatimah & Prasetyono, 2020). *Xoo* mampu menurunkan hasil panen hingga 60 % (Tian et al., 2014) dan setiap kenaikan serangan patogen 10 % akan menyebabkan kehilangan hasil 5-7 % (Sudir et al., 2012).

Pengendalian hayati merupakan strategi manipulasi musuh alami untuk mengendalikan OPT (Istikorini & Budiman, 2023), dengan memanfaatkan mekanisme predasi, parasitisme, entomopatogen atau mikroba antagonis dengan jangka waktu panjang (Joshi et al., 2024). Mikroba antagonis dalam bentuk biopestisida telah digunakan untuk mengendalikan OPT (Seenivasagan & Babalola, 2021). Biopestisida yang banyak digemari meliputi bioinsektisida (*Bacillus thuringiensis*), bioherbisida (*Phytophthora* sp.), dan biofungisida (*Pseudomonas* sp., *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp.) (Quarles, 2011), dan *Streptomyces* (Ciancio et al., 2019).

Bakteri *Bacillus megaterium* merupakan genus *Bacillus* sp. termasuk bakteri endofit yang dapat ditemukan di jaringan tanaman dan daun (Istia'nah et al., 2020; Nugraheni et al., 2022), berbentuk batang, aerob, dan membentuk spora (Bocchi, 2020) menghasilkan senyawa iturin, mycobacillin, surfactin, mycosubtilin, fungistatin (Rochmawati & Trimulyono, 2020) enzim endoproteinase, fosfolipase, glukonase, dan kitinase (Setiawan et al., 2025). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *B. megaterium* mampu menekan *Cercospora* sp. (Rochmawati & Trimulyono, 2020) dan *Fusarium oxysporum* pada cabai rawit (Hikmah, 2018), kombinasi *B. megaterium* dan *B. subtilis* dapat menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solanacearum* secara *in vitro* dan dapat dijadikan sebagai agensia pengendali hayati (Nabila et al., 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampunan *B. megaterium* melalui berbagai teknik perlakuan dalam mengendalikan hawar daun bakteri dan

pemacu pertumbuhan tanaman padi *in planta*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar penelitian lanjut *in vivo* dan informasi alternatif pengendalian hayati terhadap patogen hawar daun bakteri dan pemacu pertumbuhan tanaman yang ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Wilayah Banyumas, Desa Tinggarjaya, Kecamatan Jatilawang, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Percobaan menggunakan dua strain *Bacillus megaterium* yaitu BM dan BP dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan terdiri atas bakterisida (K), RBM (perlakuan rendam benih bakteri BM), RBP (perlakuan rendam benih bakteri BP), SBM (perlakuan semprot daun bakteri BM), SBP (perlakuan semprot daun bakteri BP), RSBM (perlakuan rendam benih semprot daun bakteri BM) dan RSBP (perlakuan rendam benih semprot daun bakteri BP).

Persiapan biakan

Menyiapkan stok biakan bakteri menggunakan *nutrient broth* sebagai medium dan diinkubasi selama 48 jam dengan kecepatan 120 rpm pada suhu ruang. Koloni bakteri dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) hingga didapatkan batas minimum koloni bakteri 10^9 cfu mL⁻¹. Hasil perhitungan TPC diketahui bahwa koloni bakteri BM, BP, dan *Xoo* berturut-turut sebanyak $3,87 \times 10^{10}$; $2,74 \times 10^{10}$; $1,96 \times 10^{10}$ cfu mL⁻¹.

Persemaian dan Penanaman

Benih padi varietas hibrida Mapan P05 diseleksi dengan direndam terlebih dahulu, benih yang mengapung dibuang dan dipilih benih yang tenggelam. Benih yang dipilih disterilkan dengan alkohol 70 % dan dibilas dengan akuades sebanyak tiga kali. Perlakuan benih dibagi menjadi 2 bagian, yaitu benih direndam biakan BM atau BP dengan kode perlakuan R (rendam benih) dan RS (rendam benih semprot daun) serta tanpa perendaman dengan kode K (control dan bakterisida) dan S (semprot daun). Benih direndam dalam biakan dengan kerapatan

koloni 10^8 cfu mL⁻¹ (Agustiansyah et al., 2011), dengan melarutkan 10 mL biakan ke dalam 1000 mL akuades. Benih direndam selama 24 jam, kemudian ditiriskan, dan disemai selama 14 hari pada medium tanam (Anam et al., 2024). Bibit ditanam di medium tanah dalam wadah ember plastik dengan tiap ember berisi 3 bibit. Sesuai rancangan perlakuan dan ulangan maka ember plastik yang tersedia sebanyak 35 buah.

Aplikasi bakteri BM, BP, bakterisida, dan Xoo pada tanaman

Inokulasi bakteri BM dan BP dilakukan pada tanaman kode perlakuan S (semprot daun) dan RS (rendam benih semprot daun) pada saat umur 14, 28, dan 42 hst dengan cara disemprot 15 mL tiap rumpun tanaman (Wartono, 2014) dan memiliki kerapatan koloni sebesar 10^8 cfu mL⁻¹ (Khaeruni et al., 2014). Bakterisida dengan bahan aktif tembaga oksida 56 % disemprotkan pada tanaman kode perlakuan K (kontrol) sebagai pembanding positif. Bubuk bakterisida sebanyak 3 g dilarutkan dalam 1000 mL air steril (Sudir et al., 2012) dan disemprotkan sebanyak 15 mL tiap rumpun tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst. Inokulasi patogen Xoo dilakukan dengan penyemprotan daun padi berumur 45 hst dengan kerapatan koloni 10^9 cfu mL⁻¹ (Kusuma et al., 2016; Widjayanti et al., 2023) pada semua kode perlakuan dan ulangan.

Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan setiap minggu sampai dengan minggu ke-10 (Yuliani et al., 2017). Variabel tinggi tanaman (cm) diukur dari pangkal batang hingga daun yang terpanjang, jumlah daun (helai) dan jumlah anakan (batang) dihitung pada daun dan anakan yang tumbuh berkembang secara sempurna. Pada pengamatan intensitas penyakit diukur setiap 3 hari sekali selama 5 kali pengamatan dan variabel AUDPC diamati sejak timbul gejala penyakit hingga akhir periode pengamatan.

Intensitas penyakit adalah ukuran tingkat kerusakan tanaman akibat serangan patogen. Intensitas penyakit diukur setiap 3 hari sekali selama 5 kali pengamatan dengan menggunakan skala dan rumus intensitas penyakit yang digunakan mengacu pada

standard evaluation system for rice (SES) (IRRI, 2014; Sholikhin, 2014):

$$IP = (\sum(ni \times vi)) / (Z \times N) \times 100\%$$

Keterangan:

IP : Intensitas penyakit (%)

ni : Jumlah tanaman atau bagian tanaman contoh dengan skala kerusakan v i

vi : Nilai skala kerusakan contoh ke-i

N : Jumlah tanaman atau bagian tanaman contoh yang diamati

Z : Nilai skala kerusakan tertinggi insidensi patogen

Skala kerusakan serangan Xoo yang digunakan sesuai SES (IRRI, 2014) yaitu:

0 = tidak ada gejala

1 = luas gejala permukaan daun >1 – 6%

3 = luas gejala permukaan daun >6 – ≤12%

5 = luas gejala permukaan daun >12 – ≤25%

7 = luas gejala permukaan daun >25 – ≤50%

9 = luas gejala permukaan daun >50 – 100%

Efektivitas pengendalian adalah ukuran keberhasilan suatu metode atau agen pengendali dalam menekan intensitas serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan intensitas penyakit maka dapat diketahui keefektifitasan dari penggunaan bakteri endofit yang dihitung menggunakan rumus (Sukanto, 2013; Azis & Bambang, 2014):

$$EP = (Po - Pt) / Po \times 100\%$$

Keterangan:

EP: Efektivitas pengendalian

Po : Intensitas penyakit pada kontrol

Pt : Intensitas penyakit pada perlakuan

AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve*) adalah parameter kuantitatif terhadap ketahanan patogen yang berulang (Bocianowski et al., 2020) sesuai perkembangan waktu (Dewi et al., 2022) yang diukur dari pengamatan pertama hingga pengamatan terakhir (Yuliani et al., 2017). AUDPC dihitung menggunakan rumus menurut Bocianowski et al. (2020):

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{y_i + y_{i-1}}{2} \right) (x_i - x_{i-1}) \right\}$$

AUDPC: Kurva perkembangan patogen (% hari),

Yi : Intensitas penyakit pengukuran ke-i,

Xi : Waktu pengukuran ke-i,
n : Jumlah total pengukuran

Pengujian senyawa fitokimia

Kandungan senyawa fitokimia pada daun padi perlu diuji untuk mengetahui kemampuan tanaman menghasilkan metabolit sekunder dan ketahanan terhadap patogen. Daun dari tiap perlakuan dikumpulkan dan ditimbang sebanyak 10 g. Daun dicuci bersih dan dikeringkan dengan *tissue* kemudian dimasukkan ke dalam kantong kertas untuk dioven selama 48 jam pada suhu 40°C. Daun dihancurkan menjadi serbuk menggunakan blender. Metode maserasi dilakukan pada serbuk daun dengan direndam dalam 100 mL pelarut alkohol selama 24 jam. Saring menggunakan kertas filter untuk memisahkan larutan ekstrak dengan serbuk daun. Senyawa fitokimia yang diuji antara lain alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin dengan langkah pengukuran sebagai berikut (Kumalasari et al., 2020):

a. Senyawa alkaloid

Larutan ekstrak daun sebanyak 10 mL ditambahkan dengan 10 mL larutan HCl dipanaskan sambil diaduk. Setelah diangkat tambahkan 5 mL larutan HCl dan beberapa tetes larutan *Reagen Weagner*. Reaksi positif jika warna berubah coklat dengan terbentuk endapan.

b. Senyawa flavonoid

Larutan ekstrak daun sebanyak 10 mL ditambahkan dengan 5 mL alkohol dan beberapa tetes FeCl₃ 1 %. Reaksi positif jika warna berubah menjadi hitam keunguan.

c. Senyawa saponin

Larutan ekstrak daun sebanyak 0,5 mL ditambahkan ke dalam 5 mL akuades dan dikocok kuat hingga terbentuk busa atau buih.

d. Senyawa tanin

Larutan ekstrak daun sebanyak 0,5 mL ditambahkan ke dalam 20 mL akuades dan dipanaskan kemudian diangkat dan ditambahkan FeCl₃ 1 % beberapa tetes hingga terjadi perubahan warna. Reaksi positif jika warna berubah menjadi hijau kekuningan.

Pengukuran Kandungan Fenol (mg GAE/g)

Pengujian dilakukan menurut Ningsih et al., (2020) yang dimodifikasi dengan membuat larutan ekstrak 10 mg daun padi dilarutkan dalam 100 mL methanol. Selanjutnya

menambahkan larutan ekstrak sebanyak 1 mL dengan 1 mL *reagen Folin-Ciocalteu* dan 3 mL Na₂CO₃ 5%. Larutan di *vortex* selama 1 menit dan diamkan selama 15 menit. Ukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 756 nm. Larutan standar menggunakan asam galat dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm dan mengukur absorbansinya. Nilai absorbansi digunakan untuk menganalisis data dengan memasukkan ke dalam persamaan regresi linier $y = ax + b$. Kadar fenol total dihitung dengan miligram ekuivalen asam galat per gram ekstrak dengan satuan (mg GAE/g). Kandungan fenol dinyatakan dalam GAE (*gallic acid equivalent*) (mg/g) dan total fenol dihitung dengan rumus (Andriopoulos et al., 2022):

$$TPC = (c \times v)/m$$

Keterangan:

TPC : Total Phenolic Content (mg GAE/g)

c : Konsentrasi sampel yang diambil (mg/mL)

v : Volume ekstrak (mL)

m : Berat sampel ekstrak (g)

Analisis Data

Hasil pengamatan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila hasil menunjukkan pengaruh yang berbeda maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95 %. Analisis data menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel Office 2021* dan aplikasi *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR) versi 2.0.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman

Karakter tinggi tanaman merupakan karakteristik pewarisan standar yang dimiliki oleh setiap genotipe (Yulina et al., 2021). Faktor genetika varietas padi dan kondisi lingkungan selama fase generatif memiliki pengaruh lebih dominan terhadap tinggi tanaman (Aulia et al., 2023). Tabel 1. menunjukkan bahwa pada umur 49 hst terdapat perbedaan antar-perlakuan karena tanaman padi memasuki fase vegetatif akhir sehingga pertumbuhan tinggi tanaman mendekati nilai maksimum. Pada umur

tersebut, hampir semua perlakuan *Bacillus* sp. mampu mempercepat peningkatan tinggi tanaman dibandingkan kontrol (perlakuan bakterisida), kecuali perlakuan RSBP (Tabel 1.).

Perlakuan bakteri endofit memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman karena *Bacillus* sp. memiliki kemampuan sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) menghasilkan fitohormon seperti auksin, giberelin dan sitokinin (Mulyono & Candra, 2025) yang berperan dalam pemanjangan sel namun aktivitas fitohormon tersebut mulai berkurang di fase vegetatif akhir (Deveshwar et al., 2020).

Tabel 1. Pengaruh aplikasi bakteri BM dan BP terhadap variabel pertumbuhan tanaman

Kode	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah daun (helai)		Jumlah anakan (batang)	
	49	70	49	70	49	70
	hst	hst	hst	hst	hst	hst
K	85,3b	97,8a	30,6c	59,8b	8,1c	11,4b
RBM	94,9a	97,5a	47,6a	67,2a	12,3a	13,7a
RBP	95,7a	97,7a	41,2b	59,2b	10,8b	11,6b
SBM	94,5a	98,4a	23,7d	37,9d	5,0d	9,1c
SBP	92,8a	98,3a	22,4d	32,6d	4,5d	8,2c
RSBM	93,8a	97,4a	43,4ab	63,1ab	10,9b	12,9ab
RSBP	91,6b	93,8a	37,9b	51,5 c	9,7b	11,6b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf α 5%.

Pengaruh perlakuan pada umur 70 hst terhadap jumlah daun menunjukkan hasil pengukuran terendah pada perlakuan SBP sebesar 32,6 helai dan tertinggi pada perlakuan RBM sebesar 67,2 helai, sedangkan terhadap jumlah anakan hasil pengukuran terendah pada perlakuan SBP sebesar 8,2 batang dan tertinggi pada perlakuan RBM sebesar 13,7 batang (Tabel 1.). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan rendam lebih tinggi memengaruhi jumlah daun dan anakan daripada perlakuan semprot. Perendaman benih menyebabkan interaksi langsung bakteri endofit dengan benih sehingga hormon pertumbuhan seperti IAA dan *giberelin* yang dihasilkan oleh bakteri endofit lebih optimum diserap oleh benih (Murniati et al., 2022) sedangkan perlakuan semprot menyebabkan penyerapan hormon oleh tanaman kurang optimum karena hanya kontak luar. Perendaman benih dapat mengimbas pertumbuhan tanaman sejak

awal terutama pembentukan daun dan anakan pada fase vegetatif (Anam et al., 2024).

Perendaman benih dengan larutan bakteri endofit dapat membungkus benih, saat ditanam dan mulai berkecambah, bakteri endofit akan berkembang masuk ke dalam jaringan tanaman melalui pertumbuhan akar (Widiantini et al., 2025). Selanjutnya, bakteri endofit memproduksi hormon IAA untuk memicu enzim hidrolisis (Yu et al., 2024) sebagai katalis perombakan cadangan makanan, memengaruhi pertumbuhan primordia daun yang akan berkembang menjadi daun, dan seiring dengan pertambahan umur tanaman, maka jumlah daun dan anakan akan semakin meningkat (Rahmatika & Sari, 2020).

Tahap awal bakteri endofit akan menempel pada permukaan benih kemudian berkecambah. Seiring perkembangan benih, maka bakteri masuk ke benih yang mulai berkecambah melalui bagian reproduktif meristem dan jaringan pembuluh yang saling terhubung kemudian mengkoloni embrio dan/atau endosperma (Malfanova et al., 2013). Populasi bakteri akan meningkat dan mengkoloni, sehingga bakteri mampu untuk melindungi benih atau bibit dari patogen. Hal ini menunjukkan metode *bio-priming* lebih efektif memberikan perlindungan pada benih (Yadav et al., 2025).

Pengkolonian bakteri akan merangsang pertumbuhan tanaman (Kandel et al., 2017), mengimbas hormon pertumbuhan (Hidayat et al., 2024) serta terhadap sistem fisiologis perkembangan tanaman (Putra et al., 2020). Hal ini sesuai penelitian Resti et al. (2018), bahwa perendaman benih dengan perlakuan bakteri endofit mampu meningkatkan jumlah daun dan anakan padi yang berbeda nyata dibandingkan tanpa perlakuan.

Kerusakan Tanaman

Berdasarkan Tabel 2, intensitas penyakit pada 15 hari setelah inokulasi (hsi) tertinggi pada perlakuan RBM, RBP sebesar 27,4% sedangkan terendah pada perlakuan SBM sebesar 14,1% dan SBP sebesar 13,3%. Perlakuan RSBM dan RSBP sebesar 18,5% sedangkan perlakuan kontrol 28,9%.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi isolat BM dan BP terhadap kerusakan tanaman pada 15 his

Kode	Intensitas Penyakit (%)	Efektivitas Pengendalian (%)	AUDPC (% hari)
K	28,9 a	0 d	207,2 ab
RBM	27,4 a	5,1 c	244,4 a
RBP	27,4 a	5,1 c	251,0 a
SBM	14,1 b	51,3 a	116,6 b
SBP	13,3 b	53,8 a	117,8 b
RSBM	18,5 ab	35,9 ab	172,2 ab
RSBP	18,5 ab	35,9 ab	160,0 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf α 5%.

Perlakuan semprot (SBM, SBP) pada daun menyebabkan intensitas penyakit lebih rendah dibandingkan perlakuan rendam benih (RBM, RBP) karena perlindungan bakteri berada di lokasi infeksi yang sama dengan *Xoo* sehingga bakteri lebih cepat bersaing dan menghambat perkembangan patogen melalui daun. Hasil ini sesuai dengan penelitian Do et al. (2023) bahwa perlakuan penyemprotan *Bacillus* sp. pada daun padi menunjukkan intensitas penyakit karena infeksi *Xoo* berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Perlakuan semprot memberikan kontak langsung secara cepat dan merata pada lokasi infeksi sehingga mikroba dapat segera masuk (Nasir et al., 2019).

Berdasarkan nilai efektivitas pengendalian menunjukkan perlakuan SBM dan SBP efektif untuk mengendalikan patogen *Xoo* sebesar 53,8% dan 51,3% (Tabel 2.). Kemampuan mengendalikan *Xoo* pada perlakuan penyemprotan lebih baik jika dibandingkan bakterisida. Oleh karenanya, *B. megaterium* isolat BM dan BP dapat menjadi alternatif pengendalian hayati penyakit hawar daun bakteri padi. Hal ini sesuai dengan pendapat Setiaji et al. (2023) bahwa sekitar 85 % produk hayati berbasis bakteri menggunakan *Bacillus* sebagai unsur utamanya dikarenakan menghasilkan metabolit dengan spektrum luas untuk melawan patogen, mampu membentuk endospora sehingga memiliki daya simpan yang lama.

Nilai AUDPC selama periode pengamatan tertinggi pada perlakuan RBP sebesar 251,0 % hari, RBM sebesar 244,4 % hari. Perlakuan RSBM sebesar 172,2 % hari, RSBP sebesar 160,0 % hari, sedangkan nilai

terendah pada perlakuan SBP sebesar 117,8 % hari dan SBM sebesar 116,6 % hari (Tabel 2.). Nilai AUDPC semakin rendah maka perlakuan semakin efektif mengendalikan patogen namun jika semakin besar angka AUDPC maka perlakuan semakin tidak berpengaruh terhadap infeksi patogen (Nuryani et al., 2011). Nilai AUDPC yang lebih rendah menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi, sementara nilai yang lebih tinggi menunjukkan kerentanan terhadap patogen (Febriyanto et al., 2022).

Kandungan Senyawa Fitokimia

Berdasarkan uji kualitatif, kandungan senyawa alkaloid, flavonoid dan tanin pada perlakuan kontrol lebih rendah dari jenis perlakuan yang lain bahkan tidak mengandung senyawa saponin (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan senyawa fitokimia pada daun padi

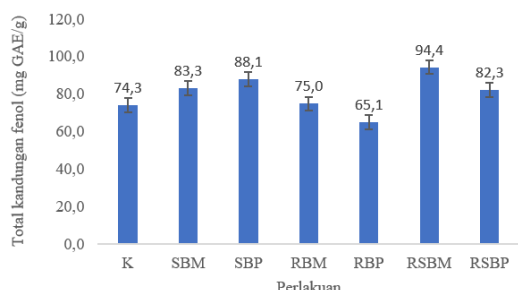
Kode	Senyawa Fitokimia			
	Alkaloid	Flavonoid	Saponin	Tanin
K	+	+	-	+
RBM	+	++	+++	+
RBP	+	++	++	+
SBM	++	++	++	+
SBP	++	++	+	+
RSBM	+	++	+++	++
RSBP	+	++	++	++

Keterangan: +: lemah; ++: kuat; +++: lebih kuat; -: tidak bereaksi.

Perlakuan bakteri BM menunjukkan kandungan senyawa fitokimia cenderung lebih tinggi. Senyawa fenol di antaranya flavonoid dan tanin berperan sebagai pertahanan tanaman dari serangan mikroba (Yunita et al., 2022). Alkaloid, flavonoid, dan khususnya saponin merupakan metabolit sekunder yang tanggap terhadap patogen tanaman (Shakeel et al., 2025). Senyawa fenol berperan dalam menstabilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS), memperkuat dinding sel, menghambat pertumbuhan patogen (Devarajan et al., 2021).

Pada perlakuan rendam semprot akan memberikan mekanisme saling menguatkan dengan perlakuan perendaman dan aktivitas enzim pertahanan sehingga akumulasi senyawa fenol tinggi dapat membentuk sistem ketahanan tanaman terhadap pathogen (Gambar 1). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yaitu kandungan fenol tertinggi pada perlakuan RSBM dengan nilai 94,4mg GAE/g. Perlakuan kontrol memiliki nilai

kandungan senyawa fenol sebesar 74,3 mg GAE/g lebih tinggi daripada perlakuan RBP sebagai perlakuan dengan nilai kandungan senyawa fenol paling rendah yaitu 65,1 mg GAE/g.



Gambar 1. Kandungan total fenol daun padi.

Bakteri endofit memicu senyawa fenol untuk menekan patogen dengan mekanisme kerja membuat dinding sel menjadi lisis (Kartina et al., 2019). Aktivitas fenol mengganggu dinding sel (peptidoglikan), merusak membran bakteri, mengganggu permeabilitas, menyebabkan kebocoran enzim, protein, dan akhirnya mengalami lisis (Mulyani et al., 2022). Selain itu bakteri endofit mampu meningkatkan prekursor metabolit untuk menghasilkan senyawa sekunder, seperti fenol melalui hormon IAA (Almuhayawi et al., 2021), penyerapan nutrisi yang baik akan meningkatkan produksi senyawa fenol (Gateta et al., 2023), penguatan dinding sel sebagai mekanisme pertahanan terhadap stress (biotik/abiotik) melalui produksi senyawa fenol (Prihatiningsih et al., 2023).

SIMPULAN

Aplikasi bakteri endofit *B. megaterium* isolate BM dan BP memengaruhi pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan dari tinggi tanaman, jumlah daun dan anakan yang berbeda dengan kontrol pada umur 49 hst dengan nilai tertinggi perlakuan RBM yaitu 94,9 cm; 47,6 helai daun dan 12,3 batang anakan. Perlakuan yang efektif dalam mengendalikan serangan Xoo adalah perlakuan semprot yang ditunjukkan dengan nilai terendah perlakuan SBP sebesar 13,3% dan efektivitas pengendalian tertinggi sebesar 53,8% dibandingkan kontrol. Perlakuan RSBM menunjukkan kandungan senyawa fenol tertinggi dibandingkan perlakuan lain

sebesar 94,4 mg GAE/g dan senyawa fitokimia terbanyak.

SARAN

Diperlukan aplikasi *B. megaterium* lebih lanjut seperti di lahan sawah dengan berbagai varietas dan lokasi yang berbeda (uji multilokasi) sehingga kemampuannya terhadap patogen dapat stabil terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, Satria I, Sudarsono, Muhammad M. (2011). Pengaruh perlakuan benih dengan agens hayati terhadap pertumbuhan, hasil padi, dan pengendalian penyakit hawar daun bakteri di rumah kaca. Jurnal Agrotropika. 16(2): 84-90.
- Anam AK, Mariana, Ismed SB. (2024). formulasi bakteri endofit untuk menekan kejadian penyakit *fusarium* pada padi beras merah (*Oryza nivara* L.). Proteksi Tanaman Tropika. 7(02): 865-873. DOI: 10.20527/jppt.v7i2.2606.
- Andriopoulos V, Gkioni M D, Koutra E, Mastropetros S G, Lamari F N, Hatziantoniou S, Kornaros M. (2022). Total phenolic content, biomass composition, and antioxidant activity of selected marine microalgal species with potential as aquaculture feed. Antioxidants, 11(7). DOI: 10.3390/antiox11071320.
- Aulia GR, Lutfi A, Tatang S, Estria FP, Ratna SD, Cevia R. (2023). Uji daya hasil lanjutan galur-galur padi (*Oryza sativa* L) sawah irigasi berpotensi hasil tinggi. Jurnal Agrotek Indonesia (8) 1: 24-30.
- Azis A, Bambang U. (2014). Uji efektivitas beberapa jenis fungisida terhadap penyakit bercak daun (*Curvularia eragrostidis*) pada bibit kelapa sawit di main-nursery. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian, 231-236.
- Bocchi MB, Andrea P, Luigi C, Raffaele V, Tommaso G, Giulio M, Carlo P. (2020). A rare case of *Bacillus megaterium* soft

- tissues infection. *Acta Biomed* 91: 1-5. DOI: 10.23750/abm.v91i14-S.10849.
- Bocianowski J, Anna T, Kamila N. (2020). Genotype by environment interaction for area under the disease-progress curve (AUDPC) value in spring barley using additive main effects and multiplicative interaction model. *Australasian Plant Pathology*. 49: 525-529. DOI: 10.1007/s13313-020-00723-7.
- Ciancio A, Corne MJP, Jesus M. (2019). Harnessing usefull rhizosphere microorganisms for pathogen and pest biocontrol-second edition. *Frontiers Microbiology*. 10: 1-5. DOI:10.3389/fmicb.2019.01935.
- Devarajan AK, Gomathy M, Jaak T, Marika T, Ivika O, Subramanian KS, Periyasamy P, Sabarinathan KG. (2021). The Foliar Application of Rice phyllosphere bacteria induces drought-stress tolerance in *Oryza sativa* (L.). *Plants*. 10(2): 387. DOI: 10.3390/plants10020387.
- Dewi KFR, Loekas S, Endang M, Abdul M. (2022). Aplikasi jamur patogen gulma pada tanaman budidaya. *Jurnal Ilmiah Agribios*. 20(1): 1-12. DOI: 10.36841/agribios. v20i1.1009.
- Do TQ, Tri TN, Van MD. (2023). Application of endophytic bacterium *Bacillus velezensis* BTR11 to control bacterial leaf blight disease and promote rice growth. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 33:97. DOI: 10.1186/s41938-023-00740-w.
- Fatimah, Joko P. (2020). Pemanfaatan piramida gen ketahanan terhadap patogen hawar daun bakteri dalam mendukung perakitan varietas unggul padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 39(1): 11–20. DOI: 10.21082/jp3.v39n1.2020.p11-20.
- Febriyanto DW, Nurtiati N, Mugiastuti E, Manan A, Sastyawan MWR, Soesanto L. (2022). Application of three weed pathogenic fungi on bok choy (*Brassica rapa* subsp. *chinnensis*). *Biosaintifika* 14(3):408–416. DOI: 10.15294/biosaintifika.v14i3.37319.
- Gateta T, Nacoon S, Seemakram W, Ekprasert J, Theerakulpisut P, Sanitchon J, Suwannarach N, Boonlue S. (2023). The potential of endophytic fungi for enhancing the growth and accumulation of phenolic compounds and anthocyanin in maled phai rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Fungi* 9(9): 937. DOI: 10.3390/jof9090937.
- Hidayati SNI, Lalu Z, Prapti S, Dewa ACR. (2024). Antagonistic test of endophytic bacteria of chili pepper roots producing siderophores and hydrolase enzymes against plant pathogenic bacteria *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Biologi Tropi*. 24(4): 857-867. DOI: 10.29303/jbt.v24i4.7966.
- Hikmah FN. (2018). Uji potensi antagonis bakteri endofit *Bacillus cereus* dan *Bacillus megaterium* terhadap Jamur Patogen *Fusarium oxysporum* penyebab patogen layu daun cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri, Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/13272/>. Diakses pada tanggal 01 Oktober 2024
- IRRI. (2014). Standard evaluation system for rice (SES). 4th Edition. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.
- Irpawa DMI, Triwidodo A, Sri S. (2024). The characterization, pathotype distribution and genetic diversity of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice production centers of the special region of Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases* 24(2): 262-273. DOI: 10.23960/j.hptt.224262-273.
- Istia'nah D, Ulfah U, Ahmad B. (2020). Karakterisasi enzim amilase dari bakteri *Bacillus megaterium* pada variasi suhu, pH dan konsentrasi

- substrat. Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya. 2(1): 11-17.
- Istikorini Y, Thurfah B. (2023). Uji potensi mikrob rizosfer sebagai pengendali hayati penyebab penyakit tanaman. Jurnal Silvikultur Tropika. 14(3): 242-249.
- John B, Sulaiman CT, Satheesh G, Reddy VRK. (2014). Total phenolics and flavonoids in selected medicinal plants from Kerala. International Journal in Pharmacy and Pharmaceutical Sciencesend. 6(1).
- Joshi MD, Alok KS, Ashaq M, Shikha J, Pooja G, Wajid H, Sheetanshu G. (2024). Biocontrol agents and plant protection. uttar pradesh Journal of Zoology. 45(16): 109-131. DOI: 10.56557/upjoz/2024/v45i164292.
- Kandel SL, Joubert PM, Doty SL. (2017). Bacterial endohyte colonization an distribution within plants. Microorganisms. 5(4): 77. DOI: 10.3390/microorganisms5040077.
- Khaeruni A, Muhammad T, Teguh W, Eko AJ. (2014). Tiga varietas padi sawah yang diinokulasi pada beberapa fase pertumbuhan. Jurnal Fitopatologi Indonesia 10(4): 119–125. DOI: 10.14692/jfi.10.4.119.
- Kumalasari MLF & Funsu A. (2020). Uji fitokimia ekstrak etanol daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.). Indonesian journal for health sciences. 4(1): 39-44. DOI: 10.24269/ijhs.v4i1.2279.
- Kusuma RR, Qurata AL, Khoirunnisaa L. (2016). Kajian mikrobiota rizosfer di kawasan pertanian organik kebun percobaan Cagar. Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Pertanian: 51–57.
- Malfanova N, Lugtenberg BJJ, Berg G. (2013). Bacterial Endophytes: who and where, and what are they doing there. In: deBruijn, F.J. (ed.), Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere. Wiley-Blackwell Hoboken, NJ, USA: 391–403.
- Mulyono, Ifan AC. (2025). Pemanfaatan bakteri *Bacillus* sp. pada sektor pertanian. Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA), 7(2): 178-184. DOI: 10.31289/jiperta.v7i1.6001.
- Murniati A, Darma T, Rahmawati T. (2022). Identifikasi mikrobiota rizosfer penghasil hormon pertumbuhan pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). Agro Bali: Agricultural Journal 5(3): 608-615. DOI: 10.37637/ab.v5i3.1040.
- Nabila F, Mahanani TA. (2021). Keefektifan *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* dan kombinasi *Bacillus* terhadap penghambatan pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro*. Jurnal Lentera Bio 10(2): 220-225. DOI: 10.26740/lenterabio.v10n2.p220-225.
- Ningsih DS, Henri H, Roanisca O, Mahardika RG. (2020). Skrining fitokimia dan penetapan kandungan total fenolik ekstrak daun tumbuhan sapu-sapu (*Baeckea frutescens* L.). Biotropika: Journal of Tropical Biology 8(3): 178-185. DOI: 10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.06.
- Nugraheni IA, Nita W, Sharfina MS, Wisnu AS. (2022). Uji antagonis *Bacillus megaterium* terhadap *Fusarium oxysporum* dan pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman cabai rawit. Biosense. 5(1): 14-23. DOI: 10.36526/biosense.v5i01.1877.
- Nuryani, Yusuf S, Djantika I, Hanudin, Marwoto B. (2011). Pengendalian penyakit layu fusarium pada subang gladiol dengan pengasapan dan biopestisida. Jurnal Hortikultura 21(1):40-50.
- Prihatiningsih N, Djatmiko HA, Puji L. (2023). Consortium of endophytic bacteria application improves grain yield of rice. ICSARD: 244–250. DOI: 10.2991/978-94-6463-128-925.

- Putra SND, Mutakin J, Fajarfika R. (2020). Aplikasi lama perendaman benih dengan poc dan sistem tanam benih langsung terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) Kultivar Ciherang. Jurnal Agroteknologi (JAGROS) 5(1): 341–352.
- Quarles W. (2011). New biopesticides for IPM and organic production. IPM Practitioner. 13(7): 1-20.
- Rahmatika W, Sari AE. (2020). Efektivitas lama perendaman larutan kno3 terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal bibit varietas padi (*Oryza sativa* L.). Jurnal Agrovigor 13 (2): 89–93. DOI: 10.21107/agrovigor.v13i2.8414.
- Resti Z, Liswarni Y, Martinus. (2018). Konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati patogen dan pemacu pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L.). Prosiding Seminar Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, 1-31. Diakses tanggal 15 September 2025.
- Rochmawati ZN, Guntur T. (2020). Uji antagonis *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megaterium* terhadap pertumbuhan jamur *Cercospora* sp. yang diisolasi dari *Nepenthes* sp. Jurnal Lentera Bio 9(3): 204-210.
- Seenivasagan R, Olubukola OB. (2021). utilization of microbial consortia as biofertilizers and biopesticides for the production of feasible agricultural product. *Biology* 10: 1-22. DOI: 10.3390/biology10111111.
- Setiawan AB, Yenny W, Tri M. (2025). Kemampuan antagonistik beberapa isolat *Bacillus* spp. terhadap patogen *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada beberapa konsentrasi. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian *Indonesia* 27(1): 67-76. DOI: 10.31186/jipi.27.1.67-76
- Setiaji A, Raden RRA, Deris RT. (2023). Bakteri *Bacillus* sebagai agen kontrol hayati dan biostimulan tanaman. Journal of science and technology. 16(1): 96-106. DOI: 10.21107/rekayasa.v16i1.17207.
- Shakeel A, Jewel JN, Uzma J, Aabida G, Zafar H, Nasheeman A. (2025). Saponin, the unexplored secondary metabolites in plant defense: opportunities in intergrated pest management. *Plants* 14: 861. DOI: 10.3390/plants14060861.
- Sholikhin I. (2014). Keefektifan bakteri endofit sebagai agens hayati terhadap penyakit hawar daun bakteri (*X. oryzae* pv. *oryzae*) pada padi. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/70408>. Diakses tanggal 15 September 2025.
- Sudir, Nuryanto B, Triny SK. (2012). Epidemiologi, patotipe, dan strategi pengendalian patogen hawar daun bakteri pada tanaman padi. Iptek Tanaman Pangan 7(2): 79-87.
- Sukanto S. (2013). Pengendalian secara hayati penyakit busuk buah kakao dengan jamur antagonis *Trichoderma harzianum*. Prosiding Kongres Nasional XVII dan Seminar Ilmiah PFI, Bandung 6-9 Agustus 2003.
- Suprihanto. (2024). Pengendalian hama dan patogen utama tanaman padi. Pertanian Press Bogor. 52 hlm.
- Tian Y, Yuqiang Z, Rui X, Fengquang L, Baishi H, Walcott. (2014). simultaneous detection of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and *X. oryzae* pv. *oryzicola* in rice seed using a padlock probe-based assay. *Phytopathology* 104(10): 1130–1137. DOI: 10.1094/phyto-10-13-0274-r.
- Wang C, Shen C, Aiqing F, Jing S, Wenjuan W, Jinqi F, Bing C, Meiyang Z, Jianyuan Y, Liexian Z, Xiaoyuan Z. (2021). Xa7, A small orphan gene harboring promoter trap for Avrxa7, leads to the durable resistance to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Springer Open* 14(1): 2–16. DOI: 10.1186/s12284-021-00490-z.

- Wartono, Giyanto, Kikin HM. (2014). efektivitas formulasi spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai agen pengendali hayati patogen hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 34(1): 21-28.
- Widjayanti T, Restu RK, Luqman QA, Cindy DAF, Antok WS, Mochammad SH, Yogo S. (2023). Screening of phyllospheric and endophytic bacteria as biocontrol agents of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Jurnal Biodiversitas* 24(4): 2072-2079. DOI: 10.13057/biodiv/d240417.
- Widiantini F, Petra SDK, Siska R, Agus S, Endah Y. (2025). Studi Komparatif Cara Aplikasi Bakteri endofit untuk menghambat perkembangan penyakit hawar pelepah daun padi (*Rhizoctonia solani*). *Jurnal Agrikultura* 36 (2): 194–204. DOI: 10.14692/JFI.18.2.75-84.
- Yadav RRR, Vasundhara S, Rupesh BKR, Raveendra MR. (2025). Effect of bio-priming on seed quality parameters of rice (*Oryza sativa* L.)". *Microbiology Research Journal International*. 35 (3):57–64. DOI: 10.9734/mrji/2025/v35i31550.
- Yu Y, Xuemei X, Yuxiang H, Yanfeng D, Lin C.(2024). Indole-3-Acetic Acid (IAA) and sugar mediate endosperm development in rice (*Oryza sativa* L.). *Rice* (New York, N.Y.). 17(1): 66. DOI: 10.1186/s12284-024-00745-5.
- Yuliani F, Giyanto, Kikin HM. (2017). Galur isogenik *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* hasil penyinaran ultraviolet dan potensinya sebagai penginduksi resistensi padi terhadap patogen hawar daun bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 13(2): 59-66. DOI: 10.14692/jfi.13.2.59.
- Yulina N, Chairil E, Haitami A. (2021). Karakter tinggi tanaman, umur panen, jumlah anakan dan bobot panen pada 14 genotipe padi lokal. *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 6(1): 15-24. DOI: 10.24853/jat.6.1.15-24 .
- Yunita L, Mitha AM, Agung NP, Mohammad U. (2022). Uji aktivitas antimikroba hasil ekstraksi dari padi lokal Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Sciences* 6(2): 172-181. DOI: 10.25047/agriprima.v6i2.471.